

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
23. Oktober 2003 (23.10.2003)

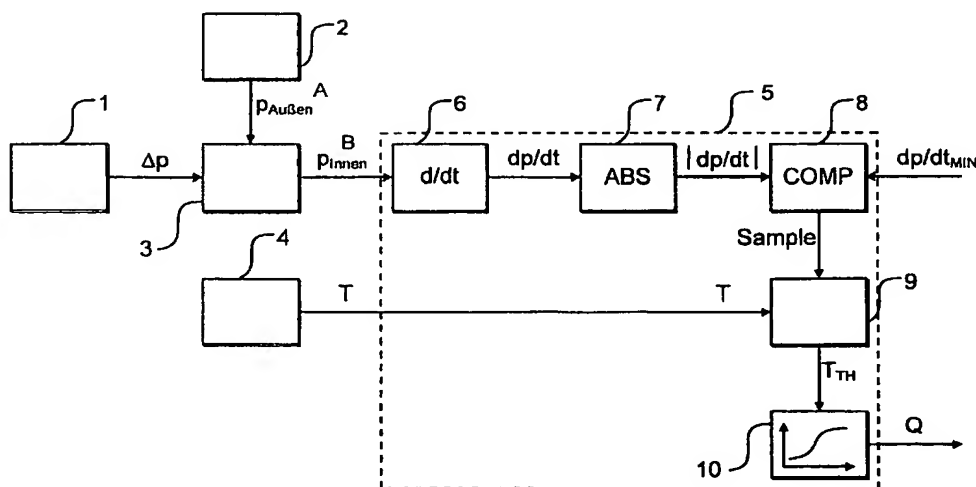
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 03/087560 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation?: F02D 41/00, (72) Erfinder; und  
F02M 37/00 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WIESE, Matthias  
[DE/DE]; Kiesstr. 31, 60486 Frankfurt am Main (DE).  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE03/01168 ZHANG, Hong [CN/DE]; Spitzweg Strasse 16, 93105  
Tegernheim (DE).  
(22) Internationales Anmeldedatum: 9. April 2003 (09.04.2003) (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).  
(25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaat (national): US.  
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).  
(30) Angaben zur Priorität: 102 17 379.6 18. April 2002 (18.04.2002) DE  
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE). Veröffentlicht:  
— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR DETERMINING FUEL QUALITY AND CORRESPONDING METHOD

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR ERMITTLUNG DER KRAFTSTOFFQUALITÄT UND ZUGEHÖRIGES VERFAH-  
RENA P\_OUTSIDE  
B P\_INSIDE

(57) Abstract: The invention relates to a device for determining the quality of fuel for an internal combustion engine, comprising a pressure sensor (1) for determining the pressure (p) inside a fuel tank and/or comprising a temperature sensor (4) for determining the temperature (T) inside a fuel tank. According to the invention, an evaluation unit (5) is provided for determining a quality value (Q), which depicts the quality of the fuel, based on the temperature (T) and/or the pressure (p) inside the fuel tank. Said evaluation unit is connected on the input side to the pressure sensor (1) and/or to the temperature sensor (4).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

**(57) Zusammenfassung:** Vorrichtung zur Ermittlung der Qualität von Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine, mit einem Drucksensor (1) zur Ermittlung des Drucks (p) in einem Kraftstoffbehälter und/oder einem Temperatursensor (4) zur Ermittlung der Temperatur (T) in einem Kraftstoffbehälter. Es wird vorgeschlagen, dass zur Ermittlung eines die Qualität des Kraftstoffs wiedergebenden Qualitätswerts (Q) in Abhängigkeit von der Temperatur (T) und/oder dem Druck (p) in dem Kraftstoffbehälter eine Auswertungseinheit (5) vorgesehen ist, die eingangsseitig mit dem Drucksensor (1) und/oder dem Temperatursensor (4) verbunden ist.

## Beschreibung

Vorrichtung zur Ermittlung der Kraftstoffqualität und zugehöriges Verfahren

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Ermittlung der Qualität von Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 1 sowie ein entsprechendes Betriebsverfahren gemäß Anspruch 6.

10

Die Qualität des zum Betrieb von Brennkraftmaschinen verwendeten Kraftstoffs kann herstellungsbedingten Schwankungen unterliegen, was sich beispielsweise in einem unterschiedlichen Anteil langkettiger Kohlenwasserstoffe äußern kann.

15

Es ist deshalb bekannt, die Qualität des verwendeten Kraftstoffs zu ermitteln und bei der Kraftstoffeinspritzung zu berücksichtigen, um Qualitätsschwankungen weitestgehend auszugleichen.

20

Zur Zeit werden Kraftstoffqualitätsänderungen mit Hilfe einer sogenannten Startmengenadaption oder der Laufunruhe-Methode erkannt und durch Änderung der Einspritzzeitdauern kompensiert. Bei diesen bekannten Verfahren wird der Drehzahlanstieg beim Starten der Brennkraftmaschine bzw. die Drehzahlschwankungen beim Starten ausgewertet. Liegt der Drehzahlanstieg bzw. liegen die Drehzahlschwankungen nicht innerhalb eines erlaubten, vorgegebenen Vertrauensbandes, so wird die Einspritzzeitdauer entsprechend korrigiert. Der Betrag der Korrektur wird aber relativ ungenau berechnet, so dass unter Umständen die Korrektur zu stark ausfällt. Insbesondere wird bei einem sogenannten „schlechten Start“ die Einspritzzeitdauer derart verändert, dass das Kraftstoff-Luft-Gemisch fetter wird, weshalb das Kraftstoff-Luft-Gemisch nach einem Tankvorgang mit sehr gutem Treibstoff zu fett werden kann. Die Brennkraftmaschine springt dann nur noch schlecht oder gar nicht mehr an.

35

Nachteilig an diesem Verfahren zur Bestimmung der Kraftstoffqualität ist weiters die relativ geringe Genauigkeit, da der Drehzahlanstieg beim Starten der Brennkraftmaschine nicht nur  
5 von der Kraftstoffqualität abhängt, sondern auch von anderen Parametern beeinflusst wird, wie beispielsweise der inneren Reibung der Brennkraftmaschine.

In der DE 40 27 947 A1 sind verschiedene Verfahren beschrieben, wie man die Kraftstoffqualitätsänderungen berücksichtigen kann. Zum einen kann nach jedem Betanken des von der Brennkraftmaschine angetriebenen Fahrzeuges die Regelabweichung im Lambdaregelungskreis gemessen und ein Adaptionswert so verändert werden, dass die ermittelte Regelabweichung ver-  
10 schwindet. Dieses Verfahren hat den Nachteil, dass es nur dann funktioniert, wenn die Lambdaregelung aktiv ist, was aber insbesondere bei kalter Brennkraftmaschine nicht der Fall ist. Zum anderen sind Verfahren vorgeschlagen, die auch bei kalter Brennkraftmaschine selbst dann für eine Betriebsfähigkeit der Brennkraftmaschine sorgen, wenn sich die Kraftstoffzusammensetzung beim Betanken stark ändert, z. B. dadurch,  
15 dass ein Kraftstoff enthaltender Tank fast leer gefahren wurde und dann ein überwiegend Methanol enthaltender Kraftstoff getankt wurde. Mit Hilfe der Tankstände vor und nach dem Betanken und auf Grundlage der Daten zu käuflichen Kraftstoffen wird abgeschätzt, was für Kraftstoffzusammensetzungen vorliegen können. Die Vorsteuerwerte werden dann für den Betrieb der Brennkraftmaschine mit Kraftstoffen der möglichen Zusammensetzungen verändert und es wird untersucht, unter der An-  
20 nahme bei welcher Zusammensetzung die Brennkraftmaschine am besten läuft. Mit diesen Werten wird dann die Brennkraftmaschine weiter geregelt.

Nachteilig an diesen bekannten Verfahren zur Bestimmung der  
35 Kraftstoffqualität ist jedoch, dass diese an den Verbrennungsprozess gekoppelt sind und deshalb auch durch andere Parameter beeinflusst werden können.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine vom Verbrennungsprozess unabhängige Vorrichtung bzw. ein entsprechendes Verfahren zur Ermittlung der Kraftstoffqualität anzugeben.

Die Aufgabe wird hinsichtlich der Vorrichtung durch die Merkmale des Anspruchs 1 und hinsichtlich eines entsprechenden Verfahrens durch die Merkmale des Anspruchs 6 gelöst.

Die Erfindung geht von der technischen Erkenntnis aus, dass das Ausgasungsverhalten von Kraftstoff einen Rückschluss auf die Kraftstoffqualität zulässt. So gaset Kraftstoff mit einem hohen Anteil langkettiger Kohlenwasserstoffe weniger stark aus als Kraftstoff mit einem hohen Anteil kurzkettiger Kohlenwasserstoffe, da langkettige Kohlenwasserstoffe weniger flüchtig sind. Das Ausgasungsverhalten des Kraftstoffs gibt also die Zusammensetzung des Kraftstoffs aus langkettigen und kurzkettigen Kohlenwasserstoffen und damit die Qualität des Kraftstoffs wieder.

Im Rahmen der Erfindung ist deshalb vorgesehen, Druck und/oder Temperatur in einem Kraftstoffbehälter zu ermitteln, um daraus einen Qualitätswert abzuleiten, der die Kraftstoffqualität wiedergibt.

Die Ermittlung von Druck bzw. Temperatur in dem Kraftstoffbehälter erfolgt vorzugsweise durch einen separaten Drucksensor bzw. einen Temperatursensor. Es ist jedoch alternativ auch möglich, dass Druck bzw. Temperatur in dem Kraftstoffbehälter aus anderen Messwerten abgeleitet werden, so dass auf einen separaten Druck- bzw. Temperatursensor verzichtet werden kann. Der im Rahmen der Erfindung verwendete Begriff eines Druck- bzw. Temperatursensors ist deshalb allgemein zu verstehen und umfasst alle Anordnungen, bei denen der Druck bzw. die Temperatur in dem Kraftstoffbehälter direkt oder indirekt ermittelt wird. Beispielsweise kann der Temperatursensor auch die Kraftstofftemperatur im Niederdruckbereich der Einspritz-

anlage messen, um daraus die Kraftstofftemperatur in dem Kraftstoffbehälter abzuleiten.

Weiterhin weist die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Auswertungseinheit auf, die eingangsseitig mit dem Temperatursensor und/oder dem Drucksensor verbunden ist und in Abhängigkeit von dem Druck und/oder der Temperatur in dem Kraftstoffbehälter den Qualitätswert bestimmt.

- 10 Vorzugsweise weist die Auswertungseinheit zwei Recheneinheiten auf, wobei die erste Recheneinheit mit dem Drucksensor und dem Temperatursensor verbunden ist und in Abhängigkeit von Druck und Temperatur in dem Kraftstoffbehälter einen Ausgasungskennwert ermittelt, der das Ausgasungsverhalten des Kraftstoffs wiedergibt.

Die zweite Recheneinheit bestimmt dann aus dem Ausgasungskennwert den Qualitätswert des Kraftstoffs, wobei die Zuordnung von Ausgasungskennwert und Qualitätswert vorzugsweise als funktionaler Zusammenhang vorliegt. Bei der zweiten Recheneinheit kann es sich jedoch auch um ein Kennlinienglied handeln, in dem dieser funktionaler Zusammenhang in Form einer Tabelle abgespeichert ist..

- 25 Vorzugsweise weist die Auswertungseinheit einen Differenzierer auf, der die zeitliche Drückänderung in dem Kraftstoffbehälter ermittelt. Der Begriff eines Differenzierers ist jedoch im Rahmen der Erfindung allgemein zu verstehen und umfasst neben Differenzierern im engen mathematischen Sinne auch Bauelemente oder Baugruppen, welche die zeitliche Änderung des Drucks ermitteln.

In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist weiterhin eine Vergleichereinheit vorgesehen, welche die zeitliche Änderung des Drucks in dem Kraftstoffbehälter mit einem vorgegebenen Grenzwert vergleicht. Hierbei wird von der Erkenntnis ausgegangen, dass das Ausgasungsverhalten des Kraftstoffs

stark temperaturabhängig ist und bei einer bestimmten Grenztemperatur eine sprunghafte Änderung zeigt. Beim Überschreiten der Grenztemperatur nimmt die Kraftstoffausgasung nämlich sprunghaft zu, was bei einer Erwärmung des Kraftstoffs entsprechend zu einem sprunghaften Druckanstieg in dem Kraftstoffbehälter führt. Umgekehrt nimmt der Druck in dem Kraftstoffbehälter beim Abkühlen sprunghaft ab, wenn die Grenztemperatur unterschritten wird. Der vorgegebene Grenzwert für die Druckänderung entspricht deshalb vorzugsweise der Druckänderung bei der vorgegebenen Grenztemperatur, um die Grenztemperatur als Ausgaskennwert ermitteln zu können.

Schließlich ist in der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ein Abtast-Halteglied vorgesehen, das von der Vergleicheinheit angesteuert wird und die aktuell gemessene Temperatur in dem Kraftstoffbehälter zwischenspeichert, wenn die aktuelle Druckänderung in dem Kraftstoffbehälter den vorgegebenen Grenzwert überschreitet. Auf diese Weise enthält das Abtast-Halteglied stets die Grenztemperatur, bei welcher der Kraftstoff sein Ausgasungsverhalten sprunghaft ändert.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Bestimmung der Kraftstoffqualität kann auch als Computerprogramm realisiert werden, indem beispielsweise das Steuerprogramm in der elektronischen Steuereinheit einer Einspritzanlage entsprechend modifiziert wird. Entsprechend kann die erfindungsgemäße Vorrichtung vollständig in die elektronische Steuereinheit einer Einspritzanlage integriert werden.

Es ist jedoch auch möglich, die erfindungsgemäße Vorrichtung als separate Baugruppe auszubilden, die dann über Datenleitungen mit der elektronischen Steuereinheit der Einspritzanlage verbunden werden kann.

Weiterhin ist zu erwähnen, dass das erfindungsgemäße Verfahren sowohl nach dem Abschalten der Brennkraftmaschine bei abkühlendem Kraftstoff als auch bei laufender Brennkraftmaschi-

ne und aufheizendem Kraftstoff durchgeführt werden kann. Entscheidend ist lediglich, dass sich das Ausgasungsverhalten des Kraftstoffs in dem Kraftstoffbehälter temperaturbedingt ändert, was einen Rückschluss auf die Kraftstoffzusammensetzung zulässt.

Vorteilhaft an der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. dem zugehörigen Verfahren ist der relativ geringe Aufwand, da herkömmliche Einspritzanlage meist ohnehin einen Temperatursensor zur Messung der Kraftstofftemperatur aufweisen.

Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet oder werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bestimmung der Kraftstoffqualität,

Figur 2 das Betriebsverfahren der Vorrichtung aus Figur 1 als Flußdiagramm sowie

Figur 3a und 3b eine Abkühl- und Aufwärmkennlinie des Kraftstoffs.

Die in Figur 1 dargestellte erfindungsgemäße Vorrichtung dient zur Bestimmung der Qualität des in einem Kraftstoffbehälter einer Brennkraftmaschine befindlichen Kraftstoffs und ermöglicht eine Berücksichtigung der ermittelten Kraftstoffqualität beim Betrieb der Brennkraftmaschine, indem beispielsweise eine Einspritzanlage entsprechend gesteuert wird.

Die erfindungsgemäße Bestimmung der Kraftstoffqualität beruht auf der Erkenntnis, dass das Ausgasungsverhalten des Kraftstoffs von der Kraftstoffqualität abhängt, da langkettige Kohlenwasserstoffe weniger stark ausgasen als kurzkettige

Kohlenwasserstoffe. Bei einer normgemäßen Zusammensetzung des Kraftstoffs mit einem vorgegebenen Anteil langkettiger und kurzkettiger Kohlenwasserstoffe weist der Kraftstoff also ein vorgegebenes Ausgasungsverhalten auf, während Normabweichungen der Kraftstoffzusammensetzung mit einem veränderten Ausgasungsverhalten verbunden sind.

Das Ausgasungsverhalten des Kraftstoffs wird hierbei anhand des in dem Kraftstoffbehälter befindlichen Kraftstoffs ermittelt, wobei der Kraftstoffbehälter während der Messung abgedichtet wird, damit die Ausgasungen von Kraftstoff zu einer messbaren Druckänderung führen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist deshalb einen Drucksensor 1 auf, der in der Wandung des Kraftstoffbehälters angeordnet ist und den Differenzdruck  $\Delta p$  zwischen dem Innendruck  $p_{\text{Innen}}$  in dem Kraftstoffbehälter und dem Umgebungsdruck  $p_{\text{Außen}}$  misst.

Darüber hinaus ist ein weiterer Drucksensor 2 vorgesehen, der den Umgebungsdruck  $p_{\text{Außen}}$  misst, um höhen- oder wetterbedingte Schwankungen des Umgebungsdrucks  $p_{\text{Außen}}$  berücksichtigen zu können. Bei dem Drucksensor 2 kann es sich um einen herkömmlichen Sensor im engeren Sinne handeln. Es ist jedoch auch möglich, dass der Umgebungsdruck  $p_{\text{Außen}}$  aus anderen Messwerten abgeleitet wird.

Ausgangsseitig sind die beiden Drucksensoren 1, 2 mit einer Recheneinheit 3 verbunden, die aus dem Differenzdruck  $\Delta p$  und dem Umgebungsdruck  $p_{\text{Außen}}$  den Innendruck  $p_{\text{Innen}}$  in dem Kraftstoffbehälter berechnet.

Das Ausgasungsverhalten des Kraftstoffs wird jedoch nicht nur durch die Zusammensetzung des Kraftstoffs aus langkettigen und kurzkettigen Kohlenwasserstoffen bestimmt, sondern auch durch die Kraftstofftemperatur, da mit zunehmender Kraft-

stofftemperatur mehr Kraftstoff ausgast, was zu einer entsprechenden Druckerhöhung führt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist deshalb zusätzlich einen Temperatursensor 4 auf, der ebenfalls in der Wandung des Kraftstoffbehälters angeordnet ist und die Kraftstofftemperatur misst.

Ausgangsseitig sind die Recheneinheit 3 und der Temperatursensor 4 mit einer Auswertungseinheit 5 verbunden, die aus den Messwerten für Druck  $p$  und Temperatur  $T$  einen Qualitätswert  $Q$  bestimmt, der die Kraftstoffqualität wiedergibt.

Hierzu weist die Auswertungseinheit 5 eine Recheneinheit 6 auf, welche die zeitliche Änderung  $dp/dt$  der von dem Drucksensor 1 gemessenen Druckdifferenz  $p$  bestimmt.

Die Recheneinheit 6 ist ausgangsseitig mit einer weiteren Recheneinheit 7 verbunden, die den Absolutwert der zeitlichen Druckänderung bestimmt. Dies ist erforderlich, da die zeitliche Druckänderung  $dp/dt$  beim Abkühlen des Kraftstoffs nach einem Abschalten der Brennkraftmaschine negativ ist, wie in Figur 3a dargestellt wird. Im Gegensatz dazu ist die zeitliche Druckänderung  $dp/dt$  bei einer Messung nach dem Einschalten der Brennkraftmaschine positiv, wie in Figur 3b dargestellt wird.

Ausgangsseitig ist die Recheneinheit 7 mit einer Vergleichereinheit 8 verbunden, welche den Absolutwert der zeitlichen Druckänderung  $dp/dt$  mit einem vorgegebenen Grenzwert  $dp/dt_{\text{MIN}}$  vergleicht.

Hierbei wird die Erkenntnis ausgenutzt, dass das Ausgasungsverhalten des Kraftstoffs stark temperaturabhängig ist, was bei einer bestimmten Grenztemperatur  $T_{\text{TH}}$  zu einer sprunghaften Druckänderung führt, wie aus Figur 3a und 3b ersichtlich ist. Der vorgegebene Grenzwert  $dp/dt_{\text{MIN}}$  entspricht hierbei im

wesentlichen der zeitlichen Druckänderung bei der Grenztemperatur  $T_{TH}$ , so dass die Vergleichereinheit 8 die Bestimmung der Grenztemperatur  $T_{TH}$  ermöglicht.

5 Die Grenztemperatur  $T_{TH}$  ist jedoch nicht konstant, sondern hängt von der Kraftstoffzusammensetzung ab und gibt das Ausgasungsverhalten des Kraftstoffs wieder. Ein niedriger Grenzwert  $T_{TH}$  ist ein Anzeichen für einen stark flüchtigen Kraftstoff mit einem hohen Anteil kurzketziger Kohlenwasserstoffe.  
10 Ein hoher Grenzwert  $T_{TH}$  resultiert dagegen aus einem hohen Anteil von langkettigen Kohlenwasserstoffen, so dass der Kraftstoff wenig flüchtig ist. Der Grenzwert  $T_{TH}$  ist also ein Ausgaskennwert, der das Ausgasungsverhalten des Kraftstoffs wiedergibt.

15 In Abhängigkeit von dem Vergleichsergebnis steuert die Vergleichereinheit 8 ein Abtast-Halteglied 9 an, das ein- gangsseitig mit dem Temperatursensor 4 verbunden ist. Falls die zeitliche Druckänderung  $dp/dt$  den vorgegebenen Grenzwert  
20  $dp/dt_{MIN}$  überschreitet, so übernimmt das Abtast-Halteglied 9 die aktuell gemessene Temperatur  $T$  als Grenztemperatur  $T_{TH}$  und speichert diese ab. Andernfalls behält das Abtast-Halteglied 9 dagegen den zuvor. ermittelten Wert für die Grenztemperatur  $T_{TH}$ .

25 Schließlich ist das Abtast-Halteglied 9 mit einer Recheneinheit 10 verbunden, die aus dem gespeicherten Ausgaskennwert  $T_{TH}$  den Qualitätswert  $Q$  berechnet, der die Kraftstoffqualität wiedergibt. Die Berechnung des Qualitätswerts erfolgt entsprechend einem vorgegebenen funktionalen Zusammen-  
30 hang, der in der Recheneinheit 10 in Form einer Tabelle gespeichert ist.

Der von der erfindungsgemäßen Vorrichtung ermittelte Qualitätswert  $Q$  kann dann von einer Einspritzanlage für eine  
35 Brennkraftmaschine berücksichtigt werden, um die Auswirkungen einer schwankenden Kraftstoffqualität auszugleichen.

Im folgenden wird nun unter Bezugnahme auf das in Figur 2 dargestellte Flussdiagramm das erfindungsgemäße Verfahren beschrieben.

5

Nach dem Start werden in einer Schleife laufend die Temperatur  $T$  und der Innendruck  $p_{\text{Innen}}$  in dem Kraftstoffbehälter der Brennkraftmaschine gemessen.

10 Dabei wird laufend der Druckgradient  $dp/dt$  berechnet und der Absolutwert des Druckgradienten ermittelt.

Der Absolutwert des Druckgradienten wird dann laufend mit dem vorgegebenen Grenzwert  $dp/dt_{\text{MIN}}$  verglichen, wobei es sich um  
15 die zeitliche Druckänderung handelt, die während der sprunghaften Änderung des Ausgasungsverhaltens des Kraftstoffs bei der Grenztemperatur  $T_{\text{TH}}$  auftritt, was in den Figuren 3a und 3b dem Zeitpunkt  $t_{\text{TH}}$  entspricht.

20 Falls der Druckgradient  $dp/dt$  den vorgegebenen Grenzwert  $dp/dt_{\text{MIN}}$  überschreitet, so wird die aktuelle Temperatur  $T$  als Grenztemperatur  $T_{\text{TH}}$  gespeichert. Andernfalls wird die Schleife erneut durchlaufen, bis der aktuelle Druckgradient  $dp/dt$  den Grenzwert  $dp/dt_{\text{MIN}}$  überschreitet.

25

In einem letzten Schritt wird dann aus der gespeicherten Grenztemperatur  $T_{\text{TH}}$  entsprechend einem vorgegebenen funktionalen Zusammenhang der Qualitätswert  $Q$  berechnet, der die Kraftstoffqualität wiedergibt. Dieser Qualitätswert  $Q$  kann  
30 dann anschließend von der Einspritzanlage berücksichtigt werden, um den Einfluss einer schwankenden Kraftstoffqualität auszugleichen.

Das vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Verfahren funktioniert sowohl beim Abkühlen des Kraftstoffs nach einem Abschalten der Brennkraftmaschine als auch bei laufendem Motor, wenn sich der Kraftstoff langsam erwärmt.

Figur 3a zeigt den Verlauf der Temperatur  $T$  und des Drucks  $p$  in dem Kraftstoffbehälter beim Abkühlen des Kraftstoffs nach dem Abschalten des Brennkraftmaschine, wenn die Temperatur  $T$  exponentiell abklingt. Der Druck  $p$  nimmt dabei zwar ebenfalls ab, jedoch zeigt der Druckverlauf zum Zeitpunkt  $t_{TH}$  eine sprunghafte Verringerung, wenn die Grenztemperatur  $T_{TH}$  unterschritten wird. Dies liegt daran, dass das Ausgasungsverhalten des Kraftstoffs stark temperaturabhängig ist und bei der Grenztemperatur  $T_{TH}$  einbricht. Die Grenztemperatur  $T_{TH}$  bildet also einen Ausgasungskennwert, der das Ausgasungsverhalten des Kraftstoffs wiedergibt.

Figur 3b zeigt dagegen den Verlauf der Temperatur  $T$  und des Drucks  $p$  in dem Kraftstoffbehälter nach dem Starten der Brennkraftmaschine, wenn die Kraftstofftemperatur  $T$  exponentiell zunimmt. Der Druck  $p$  in dem Kraftstoffbehälter nimmt hierbei ebenfalls zu und zeigt beim Überschreiten der Grenztemperatur  $T_{TH}$  einen sprunghaften Anstieg. Dies liegt daran, dass das Ausgasungsverhalten des Kraftstoffs beim Überschreiten der Grenztemperatur  $T_{TH}$  sprunghaft ansteigt, so dass die Grenztemperatur  $T_{TH}$  einen temperaturunabhängigen Ausgasungskennwert bildet, der das Ausgasungsverhalten des Kraftstoffs wiedergibt.

25

Die Erfindung ist nicht auf das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Vielmehr ist eine Vielzahl von Varianten und Abwandlungen denkbar, die ebenfalls von dem Erfindungsgedanken Gebrauch machen und deshalb in den Schutzbereich fallen.

30

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Ermittlung der Qualität von Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine, mit  
5 einem Drucksensor (1) zur Ermittlung des Drucks (p) in einem Kraftstoffbehälter,  
und/oder  
einem Temperatursensor (4) zur Ermittlung der Temperatur (T) in einem Kraftstoffbehälter,  
10 g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
eine eingangsseitig mit dem Drucksensor (1) und/oder dem Temperatursensor (4) verbundene Auswertungseinheit (5) zur Ermittlung eines die Qualität des Kraftstoffs wiedergebenden Qualitätswerts (Q) in Abhängigkeit von der Temperatur (T)  
15 und/oder dem Druck (p) in dem Kraftstoffbehälter.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Auswertungseinheit (5) eine erste Recheneinheit (6-  
20 9) aufweist, die eingangsseitig mit dem Drucksensor (1) und dem Temperatursensor (4) verbunden ist und in Abhängigkeit von dem Druck (p) und der Temperatur (T) in dem Kraftstoffbehälter einen das Ausgasungsverhalten des Kraftstoffs wiedergebenden Ausgasungskennwerts ( $T_{TH}$ ) ermittelt, und  
25 dass die Auswertungseinheit (5) eine zweite Recheneinheit (10) aufweist, die eingangsseitig mit der ersten Recheneinheit (6-9) verbunden ist und in Abhängigkeit von dem Ausgasungskennwert ( $T_{TH}$ ) den Qualitätswert (Q) des Kraftstoffs bestimmt.

30

3. Vorrichtung nach Anspruch 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die erste Recheneinheit (6-9) einen Differenzierer (6) aufweist, der die zeitliche Änderung des Drucks (p) in dem  
35 Kraftstoffbehälter ermittelt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die erste Recheneinheit (6-9) eine Vergleichereinheit  
(8) aufweist, die eingangsseitig mit dem Differenzierer (6)  
verbunden ist und die zeitliche Druckänderung in dem Kraft-  
5 stoffbehälter mit einem vorgegebenen Grenzwert vergleicht.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Auswertungseinheit (5) ein Abtast-Halteglied (9) mit  
10 einem Abtasteingang und einem Steuereingang aufweist, wobei  
der Abtasteingang mit dem Temperatursensor (4) verbunden ist,  
während der Steuereingang mit der Vergleichereinheit (8) ver-  
bunden ist.

15 6. Verfahren zur Bestimmung der Qualität von Kraftstoff für  
eine Brennkraftmaschine, mit den folgenden Schritten:

- Ermittlung von Druck  $(p)$  und/oder Temperatur  $(T)$  in einem  
Kraftstoffbehälter, während sich der Kraftstoff in einem  
Kraftstoffbehälter befindet,
- 20 - Bestimmung eines die Qualität des Kraftstoffs wiedergeben-  
den Qualitätswerts  $(Q)$  in Abhängigkeit von der ermittelten  
Temperatur  $(T)$  und/oder dem ermittelten Druck  $(p)$  in dem  
Kraftstoffbehälter.

25 7. Verfahren nach Anspruch 6,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
folgende Schritte;

- Ermittlung eines das Ausgasungsverhalten des Kraftstoffs  
wiedergebenden Ausgasungskennwerts  $(T_{TH})$  in Abhängigkeit  
30 von der Temperatur  $(T)$  und dem Druck  $(p)$  in dem Kraft-  
stoffbehälter,
- Bestimmung des Qualitätswerts  $(Q)$  in Abhängigkeit von dem  
ermittelten Ausgasungskennwert  $(T_{TH})$  des Kraftstoffs.

35 8. Verfahren nach Anspruch 7,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
folgende Schritte:

- Ermittlung der zeitlichen Druckänderung ( $dp/dt$ ) in dem Kraftstoffbehälter,
  - Bestimmung des Ausgasungskennwerts ( $T_{TH}$ ) in Abhängigkeit von der zeitlichen Druckänderung ( $dp/dt$ ) in dem Kraft-
- 5 stoffbehälter.

9. Verfahren nach Anspruch 8,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
folgende Schritte:

- 10 - Vergleich der zeitlichen Druckänderung ( $dp/dt$ ) in dem Kraftstoffbehälter mit einem vorgegebenen Grenzwert ( $dp/dt_{MIN}$ ),
- Bestimmung des Ausgasungskennwerts ( $T_{TH}$ ) als die Temperatur in dem Kraftstoffbehälter beim Erreichen oder Überschreiten des vorgegebenen Grenzwerts ( $dp/dt_{MIN}$ ) für die Druckänderung.
- 15

10. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 19, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- 20 dass der Kraftstoffbehälter während der Ermittlung des Drucks und der Temperatur abgedichtet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- 25 dass der Kraftstoffbehälter eine Tankentlüftung aufweist, die während der Ermittlung des Drucks ( $p$ ) in dem Kraftstoffbehälter abgeschaltet wird.

12. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 11, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- 30 dass die Brennkraftmaschine während der Ermittlung des Drucks ( $p$ ) in dem Kraftstoffbehälter abgeschaltet wird.

13. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 12, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- 35 dass in Abhängigkeit von dem Qualitätswert Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt wird.

1/3

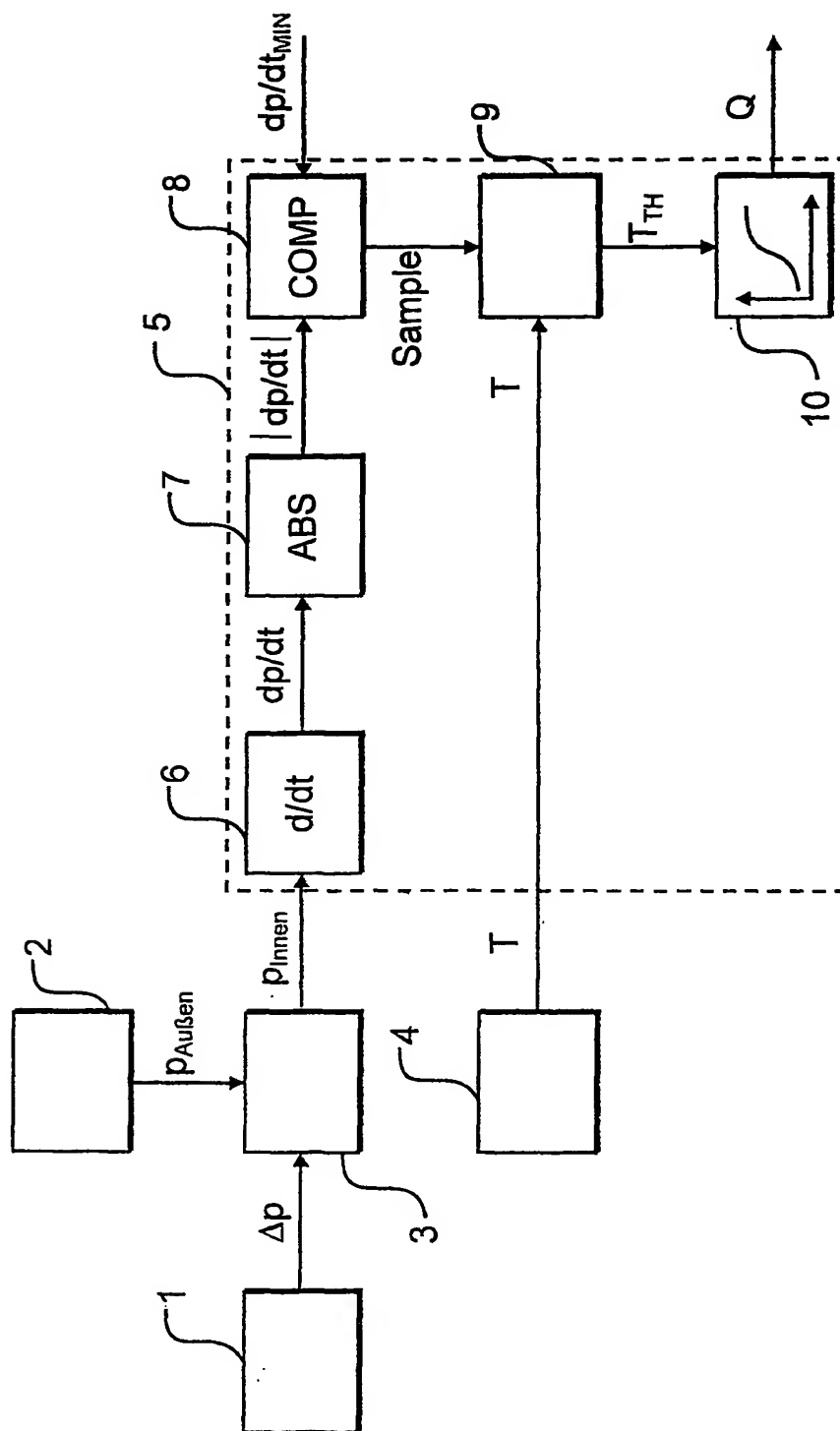


Fig. 1

2/3

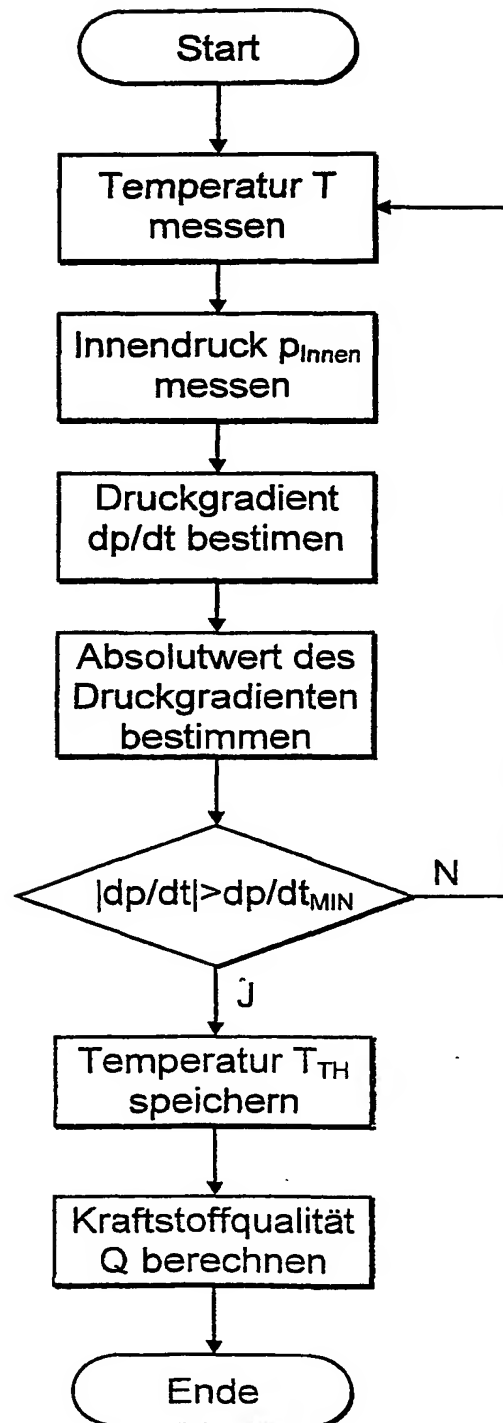


Fig. 2

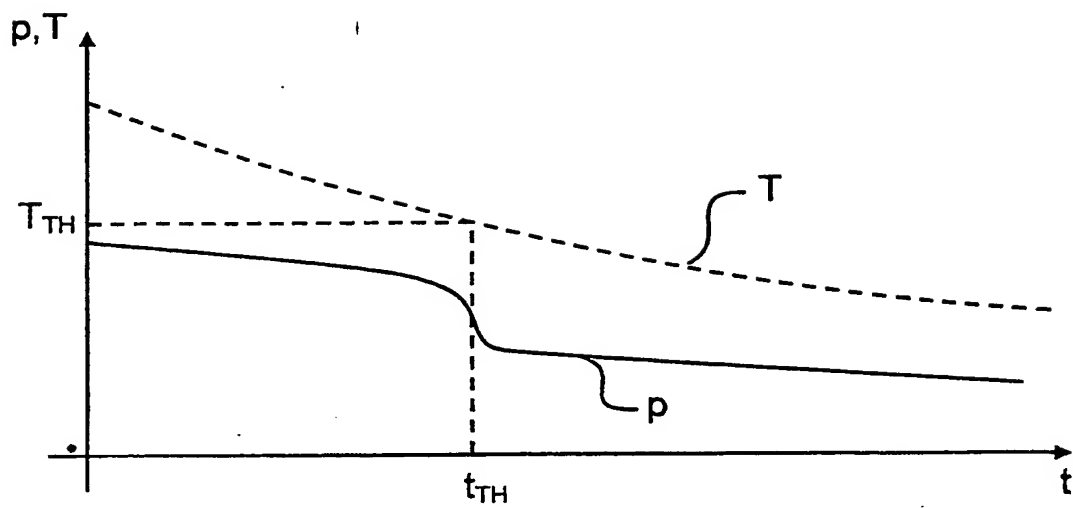


Fig. 3a

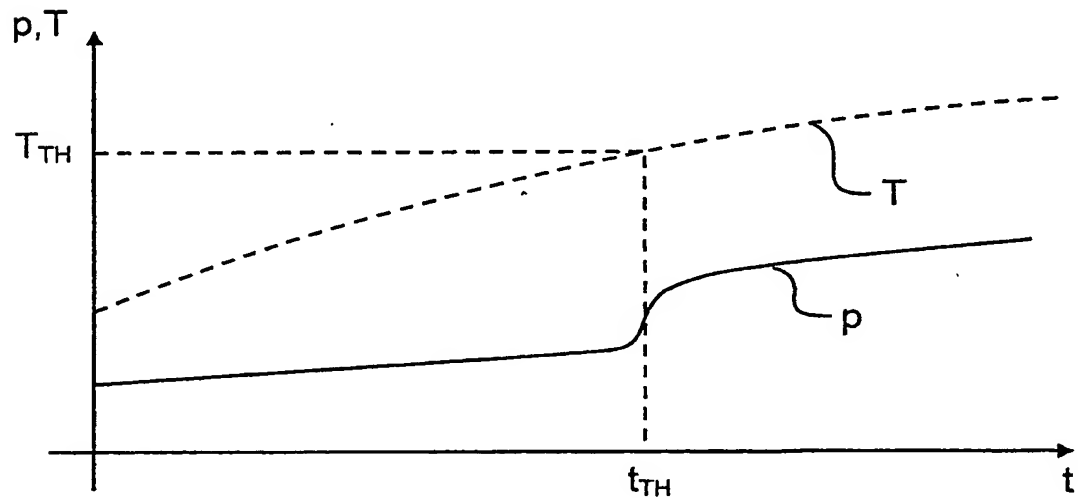


Fig. 3b

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PC 03/01168

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02D41/00 F02M37/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02D F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 6 314 944 B1 (MAJIMA) 13 November 2001 (2001-11-13) column 9, line 1 -column 10, line 21; figures ---	1,6-8, 10,11,13 2-4
X	US 6 109 225 A (OGITA ET AL.) 29 August 2000 (2000-08-29) column 15, line 34 - line 48 column 19, line 38 -column 21, line 27; figures ---	1,6,7
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 07, 31 July 1997 (1997-07-31) & JP 09 072252 A (UNISIA JECS CORP), 18 March 1997 (1997-03-18) abstract; figure --- -/--	1,6

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 August 2003

Date of mailing of the international search report

13/08/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kooijman, F

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PC 03/01168

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 100 14 550 A (DAIMLERCHRYSLER) 4 October 2001 (2001-10-04) paragraph '0032!; figures -----	1,2,6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/JP03/01168

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 6314944	B1	13-11-2001	JP	2001107796 A	17-04-2001
US 6109225	A	29-08-2000	JP	11210509 A	03-08-1999
JP 09072252	A	18-03-1997	NONE		
DE 10014550	A	04-10-2001	DE	10014550 A1	04-10-2001

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 IPK 7 F02D41/00 F02M37/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02D F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 6 314 944 B1 (MAJIMA) 13. November 2001 (2001-11-13) Spalte 9, Zeile 1 - Spalte 10, Zeile 21; Abbildungen	1,6-8, 10,11,13 2-4
X	US 6 109 225 A (OGITA ET AL.) 29. August 2000 (2000-08-29) Spalte 15, Zeile 34 - Zeile 48 Spalte 19, Zeile 38 - Spalte 21, Zeile 27; Abbildungen	1,6,7
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 07, 31. Juli 1997 (1997-07-31) & JP 09 072252 A (UNISIA JECS CORP), 18. März 1997 (1997-03-18) Zusammenfassung; Abbildung	1,6
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. August 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

13/08/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kooijman, F

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 100 14 550 A (DAIMLERCHRYSLER) 4. Oktober 2001 (2001-10-04) Absatz '0032!; Abbildungen -----	1,2,6

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PC 03/01168

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6314944 B1	13-11-2001	JP 2001107796 A	17-04-2001
US 6109225 A	29-08-2000	JP 11210509 A	03-08-1999
JP 09072252 A	18-03-1997	KEINE	
DE 10014550 A	04-10-2001	DE 10014550 A1	04-10-2001